



① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑩ **Offenlegungsschrift**  
**DE 100 16 002 A 1**

⑤ Int. Cl.?  
**H 02 K 1/06**

⑦ Aktenzeichen: 100 16 002.6  
⑧ Anmeldetag: 31. 3. 2000  
⑨ Offenlegungstag: 30. 11. 2000

DE 100 16 002 A 1

⑫ Unionspriorität:

11-094782	01. 04. 1999	JP
11-296651	19. 10. 1999	JP
12-054707	29. 02. 2000	JP

⑬ Anmelder:

Asmo Co., Ltd., Kosai, Shizuoka, JP

⑭ Vertreter:

Stenger, Watzke & Ring Patentanwälte, 40547  
Düsseldorf

⑰ Erfinder:

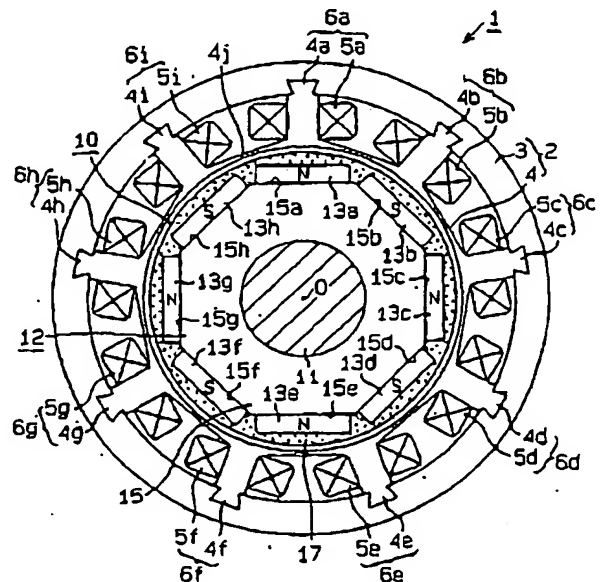
Nishikawa, Yoshihito, Toyohashi, Aichi, JP; Suzuki,  
Mikitsugu, Kosai, Shizuoka, JP; Ozawa, Takanori,  
Anjo, Aichi, JP; Matsushita, Mitsuhiko, Ogasa,  
Shizuoka, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑮ Rotierender Magnetfeldmotor

⑯ Ein rotierender Magnetfeldmotor weist einen Rotor (10) und einen Stator (2) auf. Der Rotor (10) weist eine Anzahl von Dauermagneten (13a-13h, 14a-14h) auf. Die Dauermagnete (13-13h, 14a-14h) definieren eine Anzahl von Rotor-Magnetpolen (6a-6h). Die Zahl der Rotor-Magnetpole ist "P". Der Rotor (10) weist eine Anzahl von in Richtung zur Achse des Rotors ausgerichteten Blöcken (15, 16) auf. Die Zahl der Blöcke ist "m". Jeder Block (15, 16) weist einen Satz von Rotor-Dauermagneten auf. Ein Satz der Dauermagnete ist relativ zu einem benachbarten Satz von Dauermagneten durch einen vorbestimmten Versatzwinkel ( $\theta$ ) in Bezug zur Drehrichtung des Rotors versetzt. Der Stator (2) weist eine Anzahl von Spulen (5a-5h) auf, wobei die Spulen (5a-5h) eine Anzahl von Stator-Magnetpolen (6a-6h) um die Achse des Stators aufweisen; die Zahl der Stator-Magnetpole "T" ist. Der vorgegebene Versatzwinkel ( $\theta$ ) wird in einem Bereich von ungefähr Null Grad/((m-1) x n) bis ungefähr 22,5 Grad/((m-1) x n) gewählt. Die Zahl der Rotor-Magnetpole ist 8n (n ist eine ganze Zahl gleich oder größer als eins). Die Zahl der Stator-Magnetpole "T" ist 9n (n ist eine ganze Zahl gleich oder größer als eins). Dieser Motor vermindert zuverlässig das Rippelmoment.



DE 100 16 002 A 1

## DE 100 16 002 A 1

1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft rotierende Magnetfeldmotoren.

Die ungeprüfte japanische Patentveröffentlichung Nr. 8-251847 beschreibt einen typischen rotierenden Magnetfeldmotor. Der Motor umfaßt einen achtpoligen Rotor, der ein Paar von Magnetsätzen aufweist, wobei jedes acht Dauermagnete umfaßt. Der Motor umfaßt ferner einen Stator, der zwölf hervorstehende Pole aufweist. Um jeden hervorstehenden Pol ist eine Spule gewickelt. Insbesondere sind die acht Dauermagnete im wesentlichen entlang eines Kreises um die Rotationsachse des Rotors ausgerichtet. Die durch die Magnetsätze definierten Kreise sind entlang der Rotationsachse des Rotors zueinander benachbart angeordnet. Ein Magnetsatz ist relativ zu den anderen durch einen vorgegebenen Versatzwinkel bezogen auf die Rotationsachse des Rotors versetzt angeordnet (7,5 Grad). Diese Struktur vermindert ein durch den Motor erzeugtes Rippelmoment.

Während der Rotor dieses Motors acht magnetische Pole aufweist, weist der Stator des Motors zwölf hervorstehende Pole auf. Das kleinste gemeinsame Vielfache von der Anzahl der Rotor-Magnetpole und der Anzahl der hervorstehenden Statorpole, welches das kleinste gemeinsame Vielfache von acht und zwölf ist, ist vierundzwanzig. Wenn der Motor mit neun hervorstehenden Polen anstelle von zwölf versehen ist, ist das entsprechende kleinste gemeinsame Vielfache zweiundsiebzig. Das kleinste gemeinsame Vielfache von der Anzahl der Rotor-Magnetpole und der Anzahl der hervorstehenden Statorpole entspricht einer Rippelmomentenschwingung, oder einer Rippelmomentenfrequenz. Die Rippelmomentenfrequenz ist umgekehrt proportional zum Rippelmoment. Wenn daher die Rippelmomentenfrequenz mit dem kleinsten gemeinsamen Vielfachen ansteigt, reduziert sich das Rippelmoment.

Wie auch immer, wenn der Motor mit neun hervorstehenden Polen ausgerüstet ist, muß der Versatzwinkel bezüglich der Rotationsachse des Rotors zwischen den Magnetsätzen verändert werden, um das Rippelmoment optimal zu reduzieren.

Das Rippelmoment sollte bei anderen Motoren als bei denen reduziert werden, die neun hervorstehende Pole aufweisen, oder Motoren, bei denen die Anzahl der Rotor-Magnetpole (P) und die Anzahl der hervorstehenden Statorpole (T) die folgende Gleichung erfüllt:  
 $P = 8n$  und  $T = 9n$  (n ist eine ganze Zahl größer oder gleich 1).

## Beschreibung der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen rotierenden Magnetfeldmotor zur Verfügung zu stellen, der das Rippelmoment zuverlässig reduziert.

Um das oben genannte Ziel zu erreichen, wird ein rotierender Magnetfeldmotor zur Verfügung gestellt. Der Motor umfaßt einen Rotor, der eine Anzahl von Sätzen von Dauermagneten aufweist. Die Dauermagnete definieren eine Anzahl von Rotor-Magnetpolen. Die Anzahl der Rotor-Magnetpole ist "P". Der Rotor weist eine Anzahl von zur axialen Rotationsrichtung ausgerichteten Blöcken auf. Die Anzahl der Blöcke ist "m". Jeder Block weist einen Satz Rotor-Dauermagnete auf. Ein Satz der Dauermagnete ist relativ versetzt zu den benachbarten Sätzen der Dauermagnete angeordnet durch einen vorgegebenen Versatzwinkel in Rotationsrichtung des Rotors. Ein Stator weist eine Anzahl von Spulen auf. Die Spulen definieren eine Anzahl von Stator-Magnetpolen um eine Achse des Stators. Die Anzahl der Stator-Magnetpole ist "T". Die Spulen erzeugen eine Ma-

2

gnetfeld, um den Rotor rotieren zu lassen, wenn sie mit elektrischem Strom versorgt werden. Der vorgegebene Versatzwinkel ist in einem Bereich von ungefähr Null Grad/((m - 1) × n) bis ungefähr 22,5 Grad/((m - 1) × n). Die Anzahl der Rotor-Magnetpole "P" ist 8n (n ist eine ganze Zahl größer oder gleich 1). Die Anzahl der Stator-Magnetpole ist 9n (n ist eine ganze Zahl größer oder gleich 1). Die Anzahl der Blöcke "m" ist eine ganze Zahl gleich oder größer als zwei.

Weitere Aspekte und Vorteile der Erfindung werden durch die folgende Beschreibung in Verbindung mit den zugehörigen Zeichnungen verständlich, die durch Beispiele die Prinzipien der Erfindung darstellen.

## Figurenbeschreibung

Die Merkmale der vorliegenden Erfindung, die als neu angenommen werden, sind im Einzelnen in den angehängten Ansprüchen aufgezeigt. Die Erfindung zusammen mit Aufgaben und Vorteilen dazu kann am Besten durch die folgende Beschreibung des vorliegenden Ausführungsbeispiels mit den zugehörigen Zeichnungen verstanden werden, in denen:

Fig. 1 eine Prinzipsicht eines erfindungsgemäßen, rotierenden elektrischen Motors zeigt;

Fig. 2 eine Querschnitts-Gesamtansicht eines Bereichs des im Motor aus Fig. 1 eingebauten Rotors;

Fig. 3 eine Seitenansicht der Anordnung der Dauermagnete versehen im Rotor aus Fig. 2 zeigt;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht der Struktur des Rotors aus Fig. 2 ist;

Fig. 5 eine Ansicht zum Erklären eines Verfahrens zum Herstellen der Dauermagnete aus Fig. 1 ist;

Fig. 6 eine Ansicht zum Erklären eines Verfahrens des Stands der Technik zum Herstellen gebogener Dauermagnete ist;

Fig. 7 ein Graph ist, der die Beziehung zwischen dem Versatzwinkel und dem Rippelmoment zeigt;

Fig. 8 eine Rundumsicht eines Rotors einer zweiten Ausgestaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 9 eine Seitenansicht eines Rotors einer dritten Ausgestaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 10 eine Rundumsicht eines Rotors einer vierten Ausgestaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 11 eine Seitenansicht des Rotors aus Fig. 10 zeigt;

Fig. 12 ein Graph ist, der die Beziehung zwischen dem mittleren Abstand jedes Dauermagneten zu einem Ring eines Stators und das Produkt der Anzahl der Rotor-Magnetpole (P) und der Anzahl der geteilten Magnetbereiche (k) zeigt;

Fig. 13(A) und 13(B) Querschnittsansichten entsprechend der Linien A-A und B-B aus Fig. 3, die einen Rotor einer fünften Ausgestaltung zeigen, und

Fig. 14(A) und 14(B) Querschnittsansichten entsprechend der Linien A-A und B-B aus Fig. 3, die einen Rotor einer sechsten Ausgestaltung zeigen.

## Genaue Beschreibung der bevorzugten Ausgestaltungen

Ein rotierender Magnetfeldmotor einer erfindungsgemäßen, ersten Ausgestaltung wird nun mit Bezug auf die Fig. 1 bis 7 beschrieben.

Gemäß Fig. 1 weist ein rotierender Magnetfeldmotor 1 einen Stator 2 auf, der einen ringförmigen äußeren Kern 3 und einen ringförmigen inneren Kern 4 umfaßt. Jeder Kern 3, 4 ist durch eine Anzahl von miteinander verbundenen Stahlringen angeordnet entlang der Achse des Stators 2 gebildet. Neun Zähne 4a-4i stehen radial vom inneren Kern 4 hervor. Die benachbarten Zähne 4a-4i sind zueinander durch einen

## DE 100 16 002 A 1

3

einheitliches Winkelintervall (ungefähr 40 Grad) beabstandet bezogen auf den Kern 0 des Motors 1.

Das entfernte Ende jedes Zahns 4a-4i ist mit dem äußeren Kern 3 verbunden. Die ungeführten Enden der Zähne 4a-4i sind miteinander verbunden, um einen Ring 4j zu bilden. Die Spulen 5a-5i sind um die entsprechend zugehörigen Zähne 4a-4i gewickelt. Die Spulen 5a-5i und die zugehörigen Zähne 4a-4i bilden zum Erzeugen des Magnetfelds neun hervorstehende Pole 6a-6i. In der ersten Ausgestaltung sind die hervorstehenden Pole 6a-6i in drei Gruppen aufgeteilt, in denen eine erste Gruppe die hervorstehenden Pole 6a, 6b, 6c umfaßt, eine zweite Gruppe die hervorstehenden Pole 6d, 6e, 6f umfaßt und eine dritte Gruppe die hervorstehenden Pole 6g, 6h, 6i umfaßt. Jede Gruppe hervorstehender Pole bildet eine Erregerspule.

Wie in den Fig. 1 bis 3 gezeigt, umfaßt der Motor 1 einen achtpoligen Rotor 10, der eine rotierbare Welle 11 aufweist, eine Basis 12 und Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h. Der Rotor 10 weist ein Paar Magnetsätze auf, wobei jeder Satz acht Dauermagnete enthält. Die Dauermagnete 13a-13h bilden einen Magnetsatz und die Dauermagnete 14a-14h bilden den anderen. Der Rotor 10 wird durch den Ring 4j rotierend gehalten. Der rotierende Magnetfeldmotor 1 der ersten Ausgestaltung ist ein Innenläufer. Die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h bilden acht magnetische Pole. Die rotierbare Welle 11 ist in den Kern der Basis 12 eingesetzt, die aus magnetischem Material gebildet ist.

Wie in Fig. 4 gezeigt, weist die Basis 12 einen ersten Block 15 und einen zweiten Block 16 auf. Der erste Block 15 bildet eine obere Hälfte der Basis 12 und der zweite Block 16 bildet eine untere Hälfte der Basis 12, wie in der Zeichnung dargestellt. Der Querschnitt jedes Blocks 15, 16 weist eine symmetrisch oktadedrische Form auf. Der erste Block 15 und der zweite Block 16 umfassen entsprechend acht Seiten 15a-15h, 16a-16h. Die Dauermagnete 13a-13h sind auf die zugehörigen Seiten 15a-15h geklebt, und die Dauermagnete 14a-14h sind auf die zugehörigen Seiten 16a-16h geklebt.

Wie in Fig. 2 gezeigt erstrecken sich acht Linien La1-La8 vom Kern 0 des Motors 1 und kreuzen die zugehörigen Seiten 15a-15h. Der Winkel zwischen nebeneinander liegenden Linien La1-La8 beträgt 45 Grad. In der gleichen Weise erstrecken sich acht Linien Lb1-Lb8 vom Kern 0 und kreuzen die zugehörigen Seiten 16a-16h. Der Winkel zwischen nebeneinander liegenden Linien Lb1-Lb8 beträgt 45 Grad. Jeder Dauermagnet 13a-13h ist einem der Dauermagnete 14a-14h zugeordnet, die den gleichen magnetischen Pol aufweisen. Der Dauermagnet 13a-13h ist relativ zu dem zugehörigen Dauermagneten 14a-14h durch einen Versatzwinkel von ungefähr 22,5 Grad bezüglich des Kerns 0 versetzt. Zum Beispiel ist der Nordpol des Dauermagneten 13a relativ zu dem zugehörigen Nordpol des Dauermagneten 14a durch 22,5 Grad bezüglich des Kerns 0 versetzt.

Die Linien La1-La8, Lb1-Lb8 kreuzen jeweils den Querschnitt der zugehörigen Dauermagneten 13a-13h, 14a-14h, wie in Fig. 2 gezeigt. Der Winkel zwischen jeder Linie La1-La8 und seiner benachbarten Linie Lb1-Lb8 ist im wesentlichen 22,5 Grad bezüglich des Kerns 0.

Jeder Dauermagnet 13a-13h, 14a-14h ist parallelflach geformt. Wie in Fig. 3 gezeigt, sind die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h entlang der zugehörigen Blöcke 15, 16 angeordnet, so daß ein Nordpol sich mit einem Südpol abwechselte. Wie in Fig. 5 gezeigt, sind die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h von einem Dauermagnetblock 20 erhalten, der unter Aufweisen einer vorbestimmten Abmessung parallelflach (als Würfel) geformt ist. Insbesondere werden die Dauermagnete durch Schneiden des Magnetblocks 20 in Stücke mit einer vorgegebenen Abmessung hergestellt.

4

Wie in Fig. 1 und 2 gezeigt, schließt eine Harzform 17 die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h ein. Die Form 17 schützt die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h vor einem Trennen von der Basis 12 aufgrund der Zentrifugalkraft oder Vibrationen verursacht durch Rotation des Motors 1. Die Form 17 umgibt die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h so, daß die Basis 12 die Form 17 als Ständer geformt enthält.

Der Betrieb des rotierenden Magnetfeldmotors 1 wird nun beschrieben.

Fig. 7 ist ein Graph, der die Beziehung zwischen Rippelmoment und dem Winkelversatz  $\theta$  zwischen den Dauermagneten 13a-13h der ersten Blöcke 15 und den zugehörigen Dauermagneten 14a-14h des zweiten Blocks 16 bezüglich des Kerns 0. Der Graph zeigt eine Änderung des Rippelmoments, wenn der Versatzwinkel  $\theta$  sich von Null Grad bis Neunzig Grad ändert. Das Rippelmoment ist eins, wenn der Versatzwinkel  $\theta$  Null ist.

Im Motor 1 der ersten Ausgestaltung beträgt die Anzahl der Rotor-Magnetpole (P) acht und die Anzahl hervorstehenden Statorpole (T) neun. Der Rotor 10 schließt zwei Blöcke 15, 16 oder zwei Magnetsätze ein, die entlang einer Rotationsachse des Rotors ausgerichtet sind. Der Graph (Fig. 7) ist nicht beschränkt auf den Motor 1 der ersten Ausgestaltung, sondern ist auch anwendbar bei Motoren, bei denen die Anzahl der Rotor-Magnetpole  $P/8n$  ist ( $n$  ist eine ganze Zahl gleich oder größer als eins), die Anzahl der hervorstehenden Statorpole  $T/9n$  ist ( $n$  ist eine ganze Zahl gleich oder größer als eins), und die Anzahl der Magnetsätze (Blöcke)  $m$  ist ( $m$  ist eine ganze Zahl gleich oder größer als zwei). In diesem Fall variiert der Versatzwinkel  $\theta$  von 0 bis  $90 \text{ Grad}/((m-1) \times n)$ .

Wenn der Versatzwinkel  $\theta$  von Null bis ungefähr 22,5 Grad steigt, nimmt das Rippelmoment ab, wie in Fig. 7 gezeigt. Insbesondere ist ein bevorzugter Bereich des Versatzwinkels  $\theta$  von ungefähr 10 bis ungefähr 22,5 Grad. Das Rippelmoment zu diesem entsprechenden Bereich ist kleiner als 0,5.

Wie im schraffierten Bereich der Fig. 7 dargestellt, bleibt das Rippelmoment kleiner als 0,2, wenn der Versatzwinkel  $\theta$  sich von 22,5 Grad bis 67,5 Grad ändert. Wie auch immer sind in diesem Zustand die Dauermagnete 13a-13h übermäßig nahe zu den entgegengesetzten Polen der Dauermagnete 14a-14h angeordnet. Dies vermindert signifikant die durch den Motor 1 erzeugte Leistung. Daher ist der Versatzwinkel  $\theta$  vorzugsweise nicht im Bereich von 22,5 Grad bis 67,5 Grad, obwohl dieser Bereich das Rippelmoment maximal reduziert.

Wenn der Versatzwinkel  $\theta$  sich von 67,5 Grad zu 90 Grad ändert, steigt das Rippelmoment in gleicher Weise, wie wenn sich der Versatzwinkel  $\theta$  von 22,5 Grad zu Null Grad ändert. Ein detaillierte Beschreibung der Änderung des Rippelmoments im Bereich von 67,5 bis 90 Grad ist daher ausgelassen.

Das erste Ausführungsbeispiel weist folgende Vorteile auf:

Jedem Dauermagnet 13a-13h ist ein Dauermagnet 14a-14h zugehörig, der den gleichen magnetischen Pol wie der Dauermagnet 13a-13h aufweist. Die Dauermagnete 13a-13h sind relativ zu den zugehörigen Dauermagneten 14a-14h durch den Versatzwinkel  $\theta$  von 22,5 Grad bezüglich des Kerns 0 beabstandet. Dieser Versatzwinkel  $\theta$ , 22,5 Grad, ist im bevorzugten Abstandswinkelbereich wie in Fig. 7 gezeigt. Dies reduziert das Rippelmoment des Motors 1 maximal, während eine genügende Leistungserzeugung des Motors 1 gehalten wird. Ferner sind im ersten Ausführungsbeispiel die hervorstehenden Pole 6a-6i in drei Gruppen wie oben beschrieben unterteilt, wobei jede Gruppe eine Erregerspule bildet. Es ist daher vorzuziehen.

## DE 100 16 002 A 1

5

daß die vorliegende Erfindung auf Motoren angewendet wird, die ein relativ steigendes Rippelmoment produzieren.

Fig. 6 zeigt ein Verfahren zum Herstellen eines bekannten gebogenen Dauermagneten 21. Insbesondere ein parallellä- 5 chiger (oder würfelförmiger) Dauermagnetblock 22, der eine vorbestimmte Abmessung aufweist, ist auf eine Anzahl von Magnetkörpern 23 unterteilt. Jeder Magnetkörper 23 ist parallellächtig geformt und weist eine vorgegebene Abmes- 10 sung auf. Der Magnetkörper 23 wird anschließend zu einer gebogenen Ausführung bearbeitet. Im Gegensatz dazu sind die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h der ersten Ausgestal- 15 tung im wesentlichen flach. Daher sind die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h ohne Bearbeiten einfach durch Abschneiden des Blocks 20 geformt, wie in Fig. 5 dargestellt. Dies vereinfacht das Herstellverfahren der Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h im Vergleich zu dem der gebogenen Dau- 20 ermagnete 21. Wenn ferner der Block 20 und der Block 22 die selben Abmessungen aufweisen, ist die Anzahl der Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h erhalten vom Block 20 größer als die der gebogenen Dauermagnete 21 erhalten vom Block 22.

Die gebogenen Dauermagnete 21 müssen um äußeren 25 Umfang der Haltebasis geklebt sein. Wenn der äußere Um- fang der Basis nicht den gleichen Krümmungsradius wie die Innenseite jedes gebogenen Dauermagneten 21 aufweist, wird die Außenseite des Dauermagneten 21 durch ein Werk- 30 zeug so gepreßt, daß die Innenseite des Dauermagneten 21 an der äußeren Krümmung der Basis klebt. Wie auch immer kann der Dauermagnet 21 in diesem Fall durch das Werk- zeug beschädigt werden oder kann nicht sicher an der Basis kleben. Zum Vermeiden dieser Probleme muß die Innenseite 35 jedes Dauermagneten 21 einen Krümmungsradius entspre- chend der äußeren Krümmung der Basis aufweisen. Im er- sten Ausführungsbeispiel sind die Seiten 15a-15h des ersten Blocks 15 und die Seiten 16a-16h des zweiten Blocks 16 im 40 wesentlichen flach. Die Oberflächen der Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h, die an den zugehörigen Seiten 15a-15h, 16a-16h befestigt sind, sind auch im wesentlichen flach. Die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h sind daher einfach und 45 zuverlässig an den zugehörigen Seiten 15a-15h, 16a-16h befestigt.

Die Form 17 enthält die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h. Die Basis 12 weist zusammen im Ganzen mit der 50 Form 17 eines Pfeilers auf. Die Form 17 hält den ersten Block 15 und den zweiten Block 16 wie einen Körper und verhindert das Trennen der Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h von den zugehörigen Blöcken 15, 16 aufgrund einer Zentrifugalkraft oder durch die Rotation des Motors 1 55 verursachte Vibrationen. Die Form 17 weist eine relativ stei- gende Dicke in der Nähe der Längsmitte der Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h auf. Daher hält die Form 17 die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h fest wie in dem Fall, in dem die gebogenen Dauermagnete 21 verwendet werden. Die Form 17 weist ferner eine verringerte Dicke in der Nähe der 60 Längsseiten der Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h auf. Da- her nimmt der Abstand zwischen dem Stator 2 und den Längsseiten der Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h im Ver- gleich zu dem Fall, in dem die gebogenen Dauermagnete 21 verwendet werden, ab. Dies reduziert den Streußuß maxi- 65 mal, weshalb die produzierte Leistung des Motors 1 ansteigt.

Der Ring 4j unterdrückt Magnetfeldänderungen zwischen den Zähnen 4a-4h. Das Rippelmoment ist daher zuverlässig reduziert.

Die vorliegende Erfindung kann wie folgt abgewandelt werden.

Wie oben beschrieben ist die vorliegende Erfindung bei 70 Motoren anwendbar, bei denen die Anzahl der Rotor-Ma-

6

gnetspole  $P$   $8n$  beträgt ( $n$  ist eine ganze Zahl gleich oder grö- 75 ßer als eins), die Anzahl der Statorpole  $T$   $9n$  beträgt ( $n$  ist eine ganze Zahl gleich oder größer als eins) und die Anzahl der Magnetsätze  $m$  beträgt ( $m$  ist eine ganze Zahl gleich oder größer als zwei). Das Rippelmoment ist maximal redu- 80 ziert, wenn der Versatzwinkel  $\theta$   $22,5 \text{ Grad}/((m-1) \times n)$  beträgt. Wie auch immer ist, solange der Versatzwinkel  $\theta$  inner- halb des bevorzugten Bereichs der Fig. 7 ist, welcher im Bereich von ungefähr  $10 \text{ Grad}/((m-1) \times n)$  bis ungefähr 85  $22,5 \text{ Grad}/((m-1) \times n)$  liegt, das Rippelmoment auf einen Wert kleiner als 0,5 reduziert.

In der obigen Gleichung kann die Zahl " $n$ " zu anderen 90 Zahlen geändert werden. Zum Beispiel sind in einer zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung " $n$ " gleich zwei und " $m$ " gleich zwei ( $n = 2, m = 2$ ). Deshalb weist die zweite 95 Ausgestaltung einen Sechzehnpol-Rotor und achtzehn her- vorstehende Pole auf. Wie in Fig. 8 gezeigt, weist ein Rotor des zweiten Ausführungsbeispiels Dauermagnete 25a-25p, 26a-26p auf. Die Dauermagnete 25a-25p bilden einen Ma- 100 gnetsatz und die Dauermagnete 26a-26p einen zweiten. Um das Rippelmoment auf einen Wert kleiner als 0,5 zu reduzie- ren, müssen der Versatzwinkel  $\theta$  zwischen den Dauermag- neten 25a-25p und den zugehörigen Dauermagneten 26a-26p im Bereich von ungefähr 5 bis 11,25 Grad (Ver- 105 wendung von  $n = 2, m = 2$ ) gewählt werden wie aus Fig. 7 entnommen. Wenn der Versatzwinkel  $\theta$  ungefähr 11,25 Grad beträgt, ist das Rippelmoment maximal auf etwa 0,2 reduziert.

Alternativ kann die Zahl " $m$ " der Magnetsätze zu anderen 110 Zahlen geändert werden. Zum Beispiel ist in einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung " $m$ " gleich drei und " $n$ " gleich 1 ( $n = 1, m = 3$ ). Deshalb weist das vierte 115 Ausführungsbeispiel einen Achtpol-Rotor mit drei Magnetsätzen und neun hervorstehenden Polen auf. Wie in Fig. 9 gezeigt, weist der ein Rotor 24b des dritten Ausführungs- beispiels Dauermagnete 27a-27h, 28a-28h, 29a-29h auf. Die 120 Magnetsätze 27a-27h bilden einen ersten Magnetsatz, die Dauermagnete 28a-28h bilden einen zweiten Magnetsatz und die Dauermagnete 29a-29h bilden einen dritten Ma- gnetsatz. Um das Rippelmoment auf einen bevorzugten 125 Wert von kleiner als 0,5 zu senken, wird der Versatzwinkel  $\theta$  zwischen den Dauermagneten 27a-27h, 28a-28h, 29a-29h im Bereich von ungefähr 5 bis 11,25 Grad (Verwendung von  $n = 1, m = 3$ ) gewählt, wie aus Fig. 7 zu entnehmen. Wenn 130 der Versatzwinkel  $\theta$  ungefähr 11,25 Grad beträgt, ist das Rippelmoment auf etwa 0,2 maximal reduziert.

Jeder Dauermagnet kann zusätzlich in zwei Magnetberei- 135 che entlang der Längsmitte jedes Dauermagnets geteilt wer- den. Die Anzahl der Teilbereiche pro Magnet ist durch den Index " $k$ " angezeigt ( $k$  ist eine ganze Zahl gleich oder größer als zwei). In einem vierten Ausführungsbeispiel der vortie- 140 genden Erfindung ist  $k$  zwei ( $k = 2$ ). Deshalb ist, wie in den Fig. 10 und 11 gezeigt, jeder Dauermagnet eines Rotors 30 des vierten Ausführungsbeispiels in zwei Bereich geteilt.

Wie in Fig. 11 gezeigt, weist der Rotor 30 eine Basis 31 145 und eine rotierbare Welle 11 auf. Die Basis 31 schließt einen ersten Block 32 und einen zweiten Block 33 ausgerichtet entlang der Achse der Welle 11 ein. Der erste Block 32 schließt acht Dauermagnete 34a-34h ein, und der zweite 150 Block 33 schließt acht Dauermagnete 35a-35h ein. Der Ro- tor 30 weist daher acht magnetische Pole auf. Die Dauermag- nete 34a-34h sind jeder in zweite Magnetbereiche 34a1-34h1, 34a2-34h2 geteilt. Zum Beispiel ist der Nord- pol des Dauermagneten 34a in zwei Nordpol-Magnetberei- 155 che 34a1, 34a2 geteilt. Auf die gleiche Weise ist jeder Dauermagnet 35a-35h in zwei Magnetbereiche 35a1-35h1, 35a2-35h2 geteilt. Wie in Fig. 10 gezeigt, weist der erste Block 32 sechzehn Seiten 32a1-32h1, 32a2-32h2 auf. Die

DE 100 16 002 A 1

7

zugehörigen Magnetbereiche 34a1-34h1, 34a2-34h2 sind an den Seiten 32a1-32h1, 32a2-32h2 befestigt. Die Magnetbereiche 35a1-35h1, 35a2-35h2 sind an den sechzehn Seiten (nicht dargestellt) des ersten Blocks 33 befestigt. Die Anzahl der von jedem Block 32, 33 gebildeten Seiten ist durch das Produkt von  $k$  und  $P$  ( $k \times P$ ) bestimmt. Der erste Block 32 ist relativ gegenüber dem zweiten Block um den Versatzwinkel  $\theta$ , welcher vorzugsweise in einem Bereich von ungefähr Null Grad/ $((m-1) \times n)$  bis ungefähr 22,5 Grad/ $((m-1) \times n)$  bezüglich der Achse der Welle 11 versetzt angeordnet.

Wie in Fig. 12 gezeigt, reduziert die Struktur des vierten Ausführungsbeispiels einen mittleren Abstand zwischen dem inneren Umfang des Rings 4j und jedem Dauermagneten 34a-34h, 35a-35h. Dies minimiert den Streufluß, weshalb die vom Motor 1 erzeugte Leistung zunimmt.

Obwohl die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h im wesentlichen flach sind, können die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h gebogen sein wie der gebogene Dauermagnet 21 aus Fig. 6. Anstelle des Bildens der Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h aus dem Block 20 können die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h durch Pressen von magnetischem Pulver hergestellt werden.

Obwohl im obigen Ausführungsbeispiel die Form 17 die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h einschließt, kann die Form 17 weggelassen werden, solange die Dauermagnete 13a-13h, 14a-14h fest an der Basis 12 gesichert sind.

Ein fünftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nun anhand der Fig. 13(A) und 13(B) beschrieben. In diesem Ausführungsbeispiel erstreckt sich eine Einführbohrung 15i durch den ersten Block 15 und eine Einführbohrung 16i durch den zweiten Block 16. Die drehbare Welle 11 ist in die Bohrungen 15i und 16i eingesetzt. Die Bohrung 15i weist ein Paar pressende Bereiche 15j auf, und die Bohrung 16i weist ein Paar pressende Bereiche 16j auf. Der Durchmesser des durch die pressenden Bereiche 15j und 16j definierten Kreises ist leicht kleiner als der der rotierbaren Welle 11. Jeder pressende Bereich 15j ist relativ zum zugehörigen pressenden Bereich 16j um etwa 90 Grad bezüglich der Achse der rotierbaren Welle 11 versetzt. Der erste Block 15 ist relativ zum zweiten Block 16 um etwa 22,5 Grad bezüglich der Achse der rotierbaren Welle 11 versetzt. Die rotierbare Welle 11 ist durch die Bohrung 15 oder die Bohrung 16 eingesetzt.

Wenn zum Beispiel die rotierbare Welle 11 durch die Bohrung 15i des ersten Block 15 eingesetzt wird, verformt oder schneidet jeder Bereich 15j einen Bereich der rotierbaren Welle 11, wobei die pressenden Bereiche 15j aneinanderstoßen. Dies verringert den Durchmesser des durch die verformten oder abgeschnittenen Bereiche definierten Kreises der rotierbaren Welle 11. Wie auch immer sind, dadurch daß die pressenden Bereiche 16j relativ zu den pressenden Bereichen 15j versetzt sind, nicht verformte Bereiche der rotierbaren Welle 11 in den pressenden Bereichen 16j verpreßt. Diese Struktur sichert zuverlässig die rotierbare Welle 11 am ersten und am zweiten Block 15, 16. Die Anzahl und die Form der pressenden Bereiche 15j, 16j sind nicht auf die obige Ausführung beschränkt.

Ein sechstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird hiernach anhand der Fig. 14(A) und 14(B) beschrieben. In diesem Ausführungsbeispiel erstreckt sich eine Einführbohrung 15k durch einen ersten Block 15, und eine Einführbohrung 16k erstreckt sich durch den zweiten Block 16. Der kleinste Durchmesser jeder Bohrung 15k, 16k ist leicht kleiner als der Durchmesser der rotierbaren Welle 11. Ein Paar pressender Bereiche 15l sind entlang eines Wandbereichs des ersten Blocks 15 entsprechend dem kleinsten Durchmesser der Bohrung 15k definiert, und ein Paar

8

pressender Bereiche 16l sind entlang eines Wandbereichs des zweiten Blocks 16 entsprechend dem kleinsten Durchmesser der Bohrung 16k definiert. Der erste Block 15 ist relativ zum zweiten Block 16 um 22,5 Grad bezogen auf die Achse der rotierbaren Welle 11 versetzt. Jeder pressende Bereich 15l ist relativ zu dem zugehörigen Bereich 16l um 90 Grad bezogen auf die Achse der rotierbaren Welle 11 versetzt. Diese Struktur sichert auch zuverlässig die rotierbare Welle 11 am ersten und am zweiten Block 15, 16.

Obwohl der rotierende Magnetfeldmotor 1 ein Innenläufer ist, kann die Erfindung auch auf Außenläufer angewendet werden, die einen rotierenden Rotor um einen Stator aufweisen.

Alternativ kann der Rotor 10 hervorstehende Pole und der Stator 12 Dauermagnete umfassen.

Für den Fachmann sollte es klar erscheinen, daß die vorliegende Erfindung in vielen anderen spezifischen Formen ausgeführt werden kann, ohne den Geist oder den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. Daher sind die vorliegenden Beispiele und Ausgestaltungen als Erläuterung anzusehen und nicht als Beschränkung, und die Erfindung wird nicht begrenzt durch hierin beschriebene Einzelheiten, sondern kann innerhalb des Schutzbereichs und der Äquivalenz der angehängten Ansprüche modifiziert werden.

#### Patentansprüche

1. Ein rotierender Magnetfeldmotor umfassend:  
Einen Rotor (10), der eine Anzahl von Dauermagneten aufweist (13a-13h, 14a-14h), wobei die Dauermagnete (13a-13h, 14a-14h) eine Anzahl von Rotor-Magnetpolen definieren, die Zahl der Rotor-Magnetpole "P" ist, der Rotor (10) eine Anzahl von in axialer Richtung des Rotors ausgerichteten Blöcken (15, 16) aufweist, die Zahl der Blöcke (15, 16) "m" ist, jeder Block einen Satz der Rotor-Magnetpole aufweist, ein Satz der Dauermagnete relativ zu einem benachbarten Satz von Dauermagneten durch einen Versatzwinkel in Bezug zur Rotationsrichtung des Rotors versetzt ist, und einen Stator (2), der eine Anzahl von Spulen (5a-5h) aufweist, wobei die Spulen (5a-5h) einen Anzahl von Stator-Magnetpolen (6a-6h) um die Achse des Rotors (2) definieren, die Zahl der Stator-Magnetpole (6a-6h) "T" ist, die Spulen (5a-5h) ein magnetisches Feld zum Drehen des Rotors (10) erzeugen, wenn sie mit elektrischem Strom versorgt werden, der Motor dadurch gekennzeichnet ist, daß:  
der vorbestimmte Versatzwinkel ( $\theta$ ) in einem Bereich von ungefähr Null Grad/ $((m-1) \times n)$  bis ungefähr 22,5 Grad/ $((m-1) \times n)$  gewählt wird, wobei die Zahl der Rotor-Magnetpole "P"  $8n$  ist ( $n$  ist eine ganze Zahl gleich oder größer als eins), die Zahl der Stator-Magnetpole  $9n$  ist ( $n$  ist eine ganze Zahl gleich oder größer als eins) und die Zahl der Blöcke "m" eine ganze Zahl gleich oder größer als zwei ist.
2. Motor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Versatzwinkel ( $\theta$ ) in einem Bereich von ungefähr 10 Grad/ $((m-1) \times n)$  bis ungefähr 22,5 Grad/ $((m-1) \times n)$  gewählt wird.
3. Motor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Versatzwinkel ( $\theta$ ) ungefähr 22,5 Grad/ $((m-1) \times n)$  ist.
4. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Block (15, 16) regelmäßiges, vieleckiges Prisma geformt ist umfassend eine Vielzahl von Seiten (15a-15h, 16a-16h) entsprechend dem Produkt aus der Zahl der Rotor-Magnetpole "P" und einer ganzen Zahl.

## DE 100 16 002 A 1

9

10

5. Motor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Dauermagnet (13a-13h, 14a-14h) an einer Seite eines zugehörigen Blocks (15, 16) gesichert ist.
6. Motor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Dauermagnet (13a-13h, 14a-14h) eine rechteckige Querschnittsform aufweist.
7. Motor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Rotor-Magnetpol des zugehörigen Blocks (15, 16) durch einen der Dauermagneten (13a-13h, 14a-14h) definiert ist.
8. Motor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Rotor-Magnetpol des zugehörigen Blocks (15, 16) durch eine Anzahl der Dauermagneten (13a-13h, 14a-14h) definiert ist.
9. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauermagneten (13a-13h, 14a-14h) in einer Harzform (17) angeordnet sind.
10. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Block eine Bohrung (15i, 15k, 16i, 16k) aufweist, durch die eine rotierbare Welle (11) eingesetzt ist, wobei jede Bohrung (15i, 15k, 16i, 16k) einen Haltewandbereich (15j, 15l, 16j, 16l) zum Halten der rotierbaren Welle (11) einschließt, der Wandbereich (15j, 15l, 16j, 16l) eines Blocks (15, 16) relativ zum Wandbereich (15j, 15l, 16j, 16l) des benachbarten Blocks in Bezug zur Rotationsachse des Rotors versetzt ist.
11. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Stator (2) einen Anzahl von Kernen (4a-4h) umfaßt, um die die Spulen (5a-5h) gewickelt sind, wobei benachbarte Kerne (4a-4h) miteinander so verbunden sind, so daß alle Kerne zusammen den Ring (4j) bilden.

---

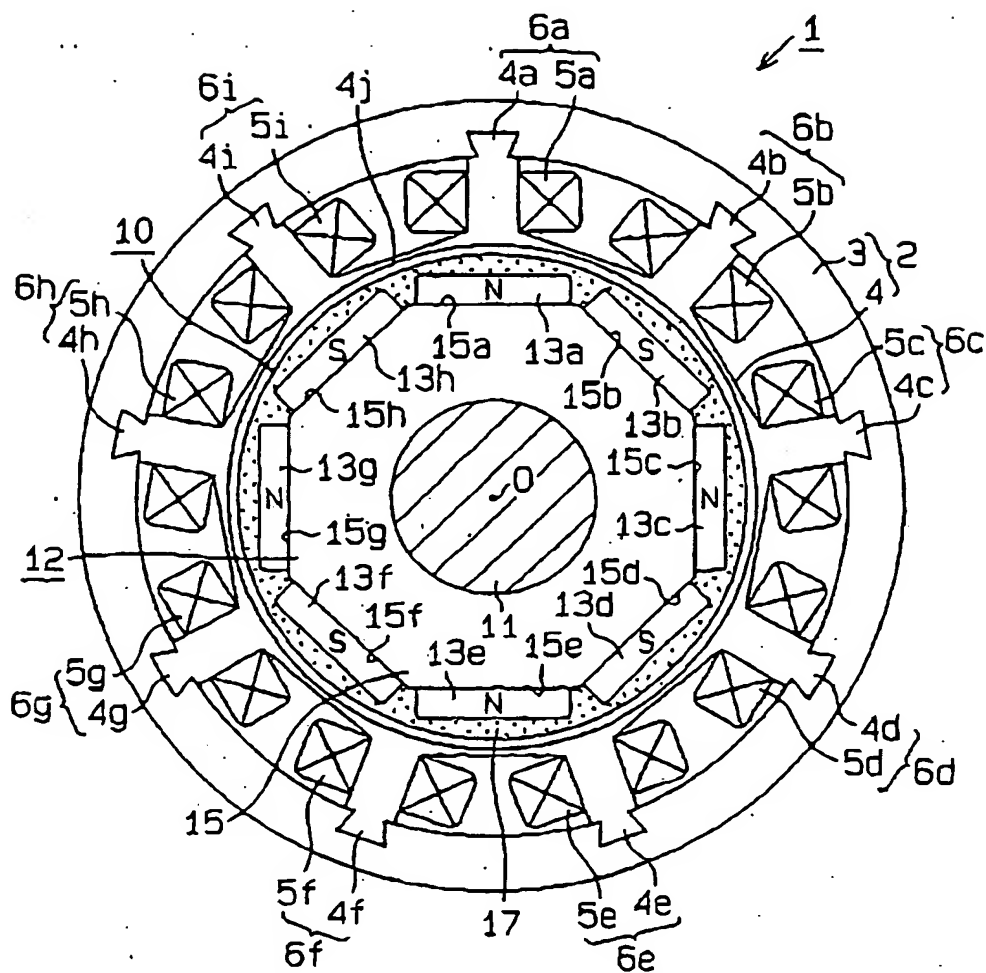
Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

---

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:  
 Int. Cl. 7:  
 Offenlegungstag:

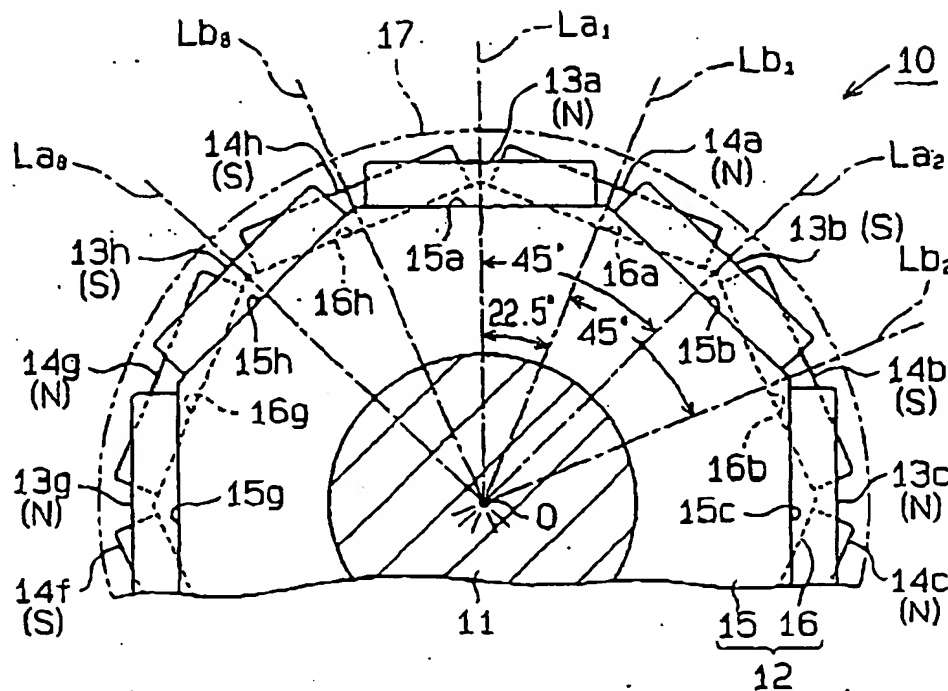
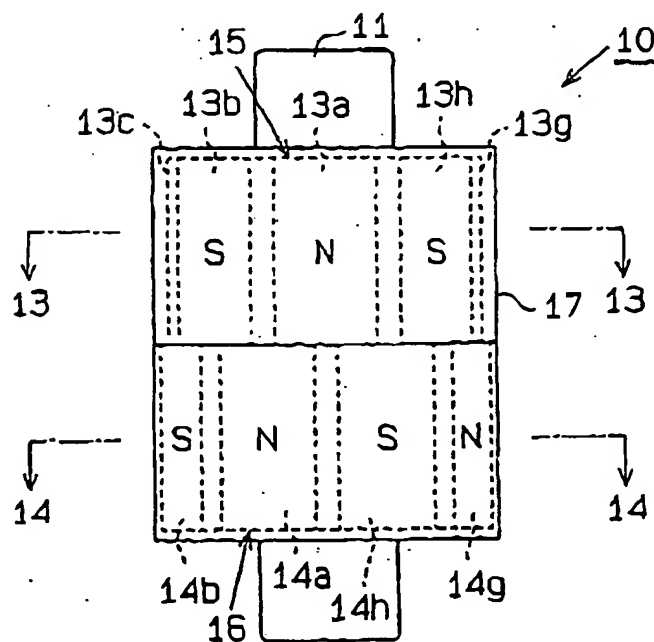
DE 100 16 002 A1  
 H02 K 1/06  
 30. November 2000

**Fig.1**

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

DE 100 16 002 A1  
H 02 K 1/08  
30. November 2000

**Fig. 2****Fig. 3**

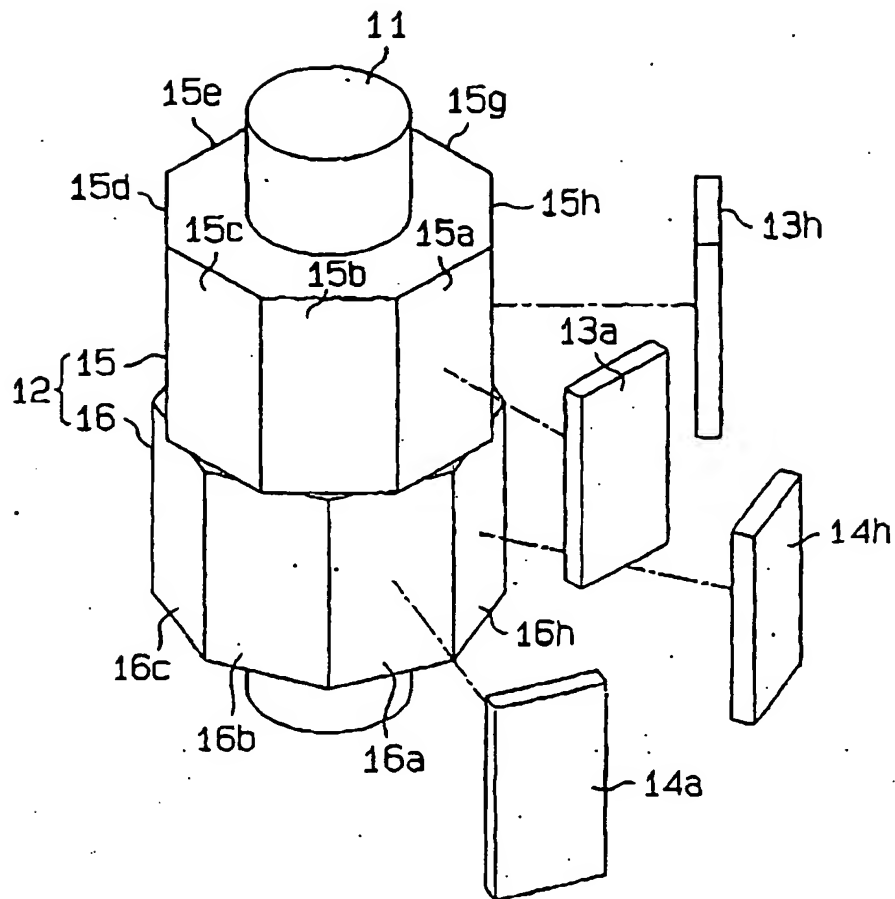


**ZEICHNUNGEN SEITE 3**

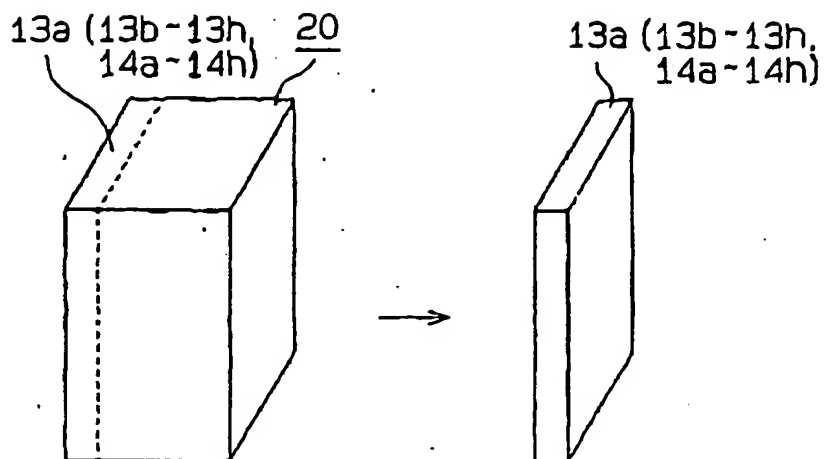
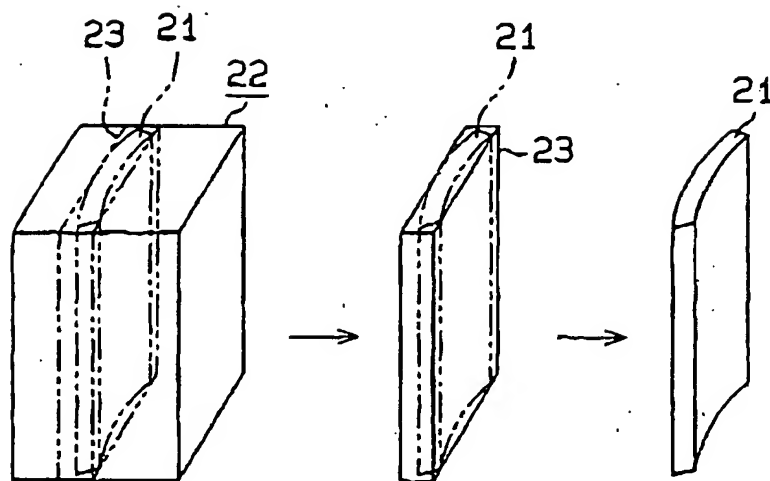
Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

DE 100 16 002 A1  
H 02 K 1/08  
30. November 2000

**Fig. 4**



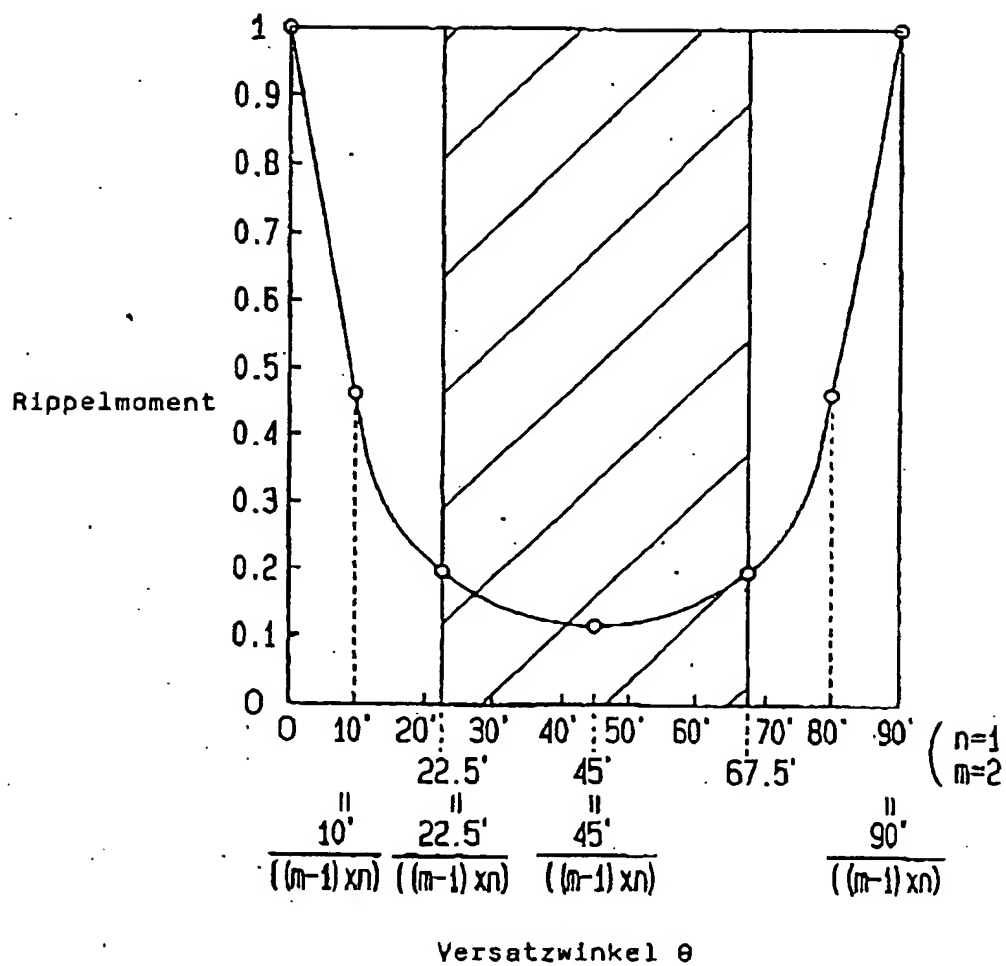
ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:DE 100 16 002 A1  
H 02 K 1/08  
30. November 2000**Fig. 5****Fig. 6**

ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer:  
Int. Cl. 7:  
Offenlegungstag:

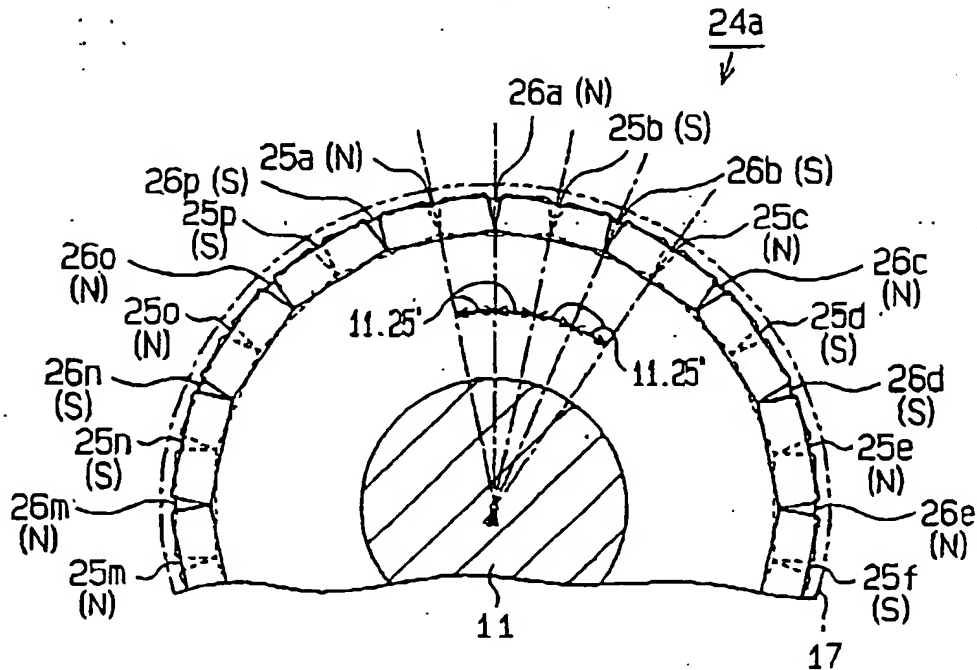
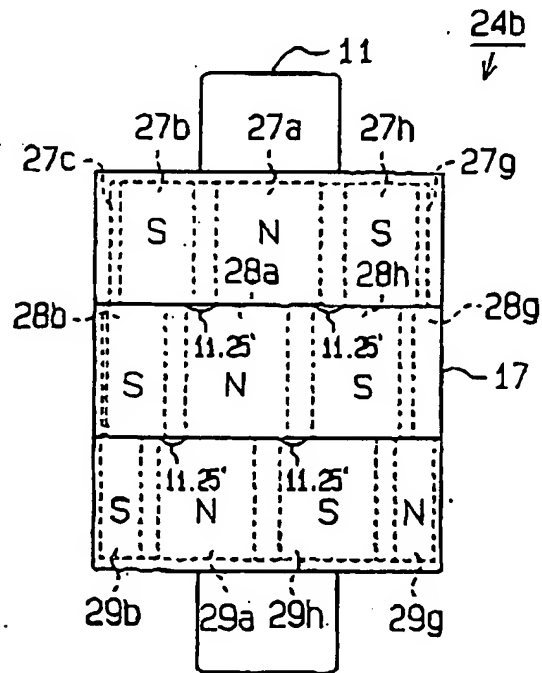
DE 100 18 002 A1  
H 02 K 1/08  
30. November 2000

**Fig.7**

ZEICHNUNGEN SEITE 6

Nummer:  
Int. Cl. 7:  
Offenlegungstag:

DE 100 16 002 A1  
H 02 K 1/08  
30. November 2000

**Fig. 8****Fig. 9**

ZEICHNUNGEN SEITE 7

Nummer:

Int. Cl.:

Offenlegungstag:

DE 100 16 002 A1

H 02 K 1/08

30. November 2000

Fig. 10

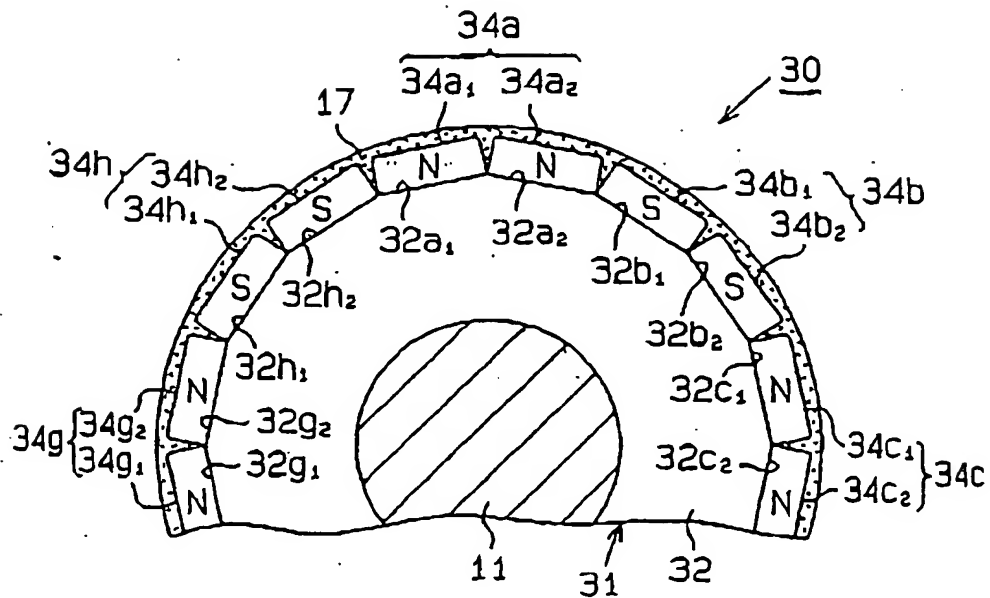
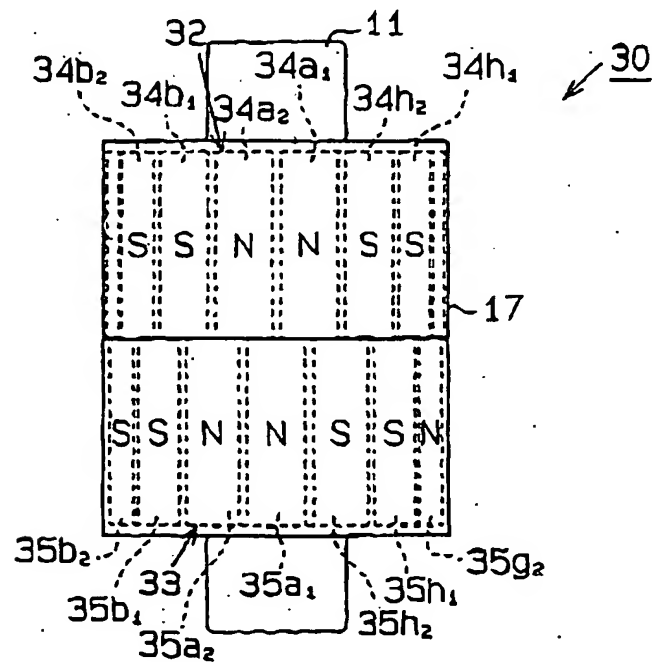
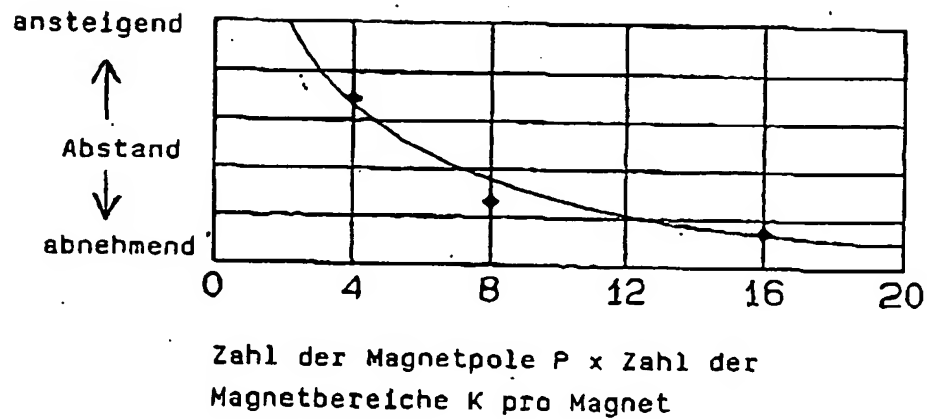


Fig. 11



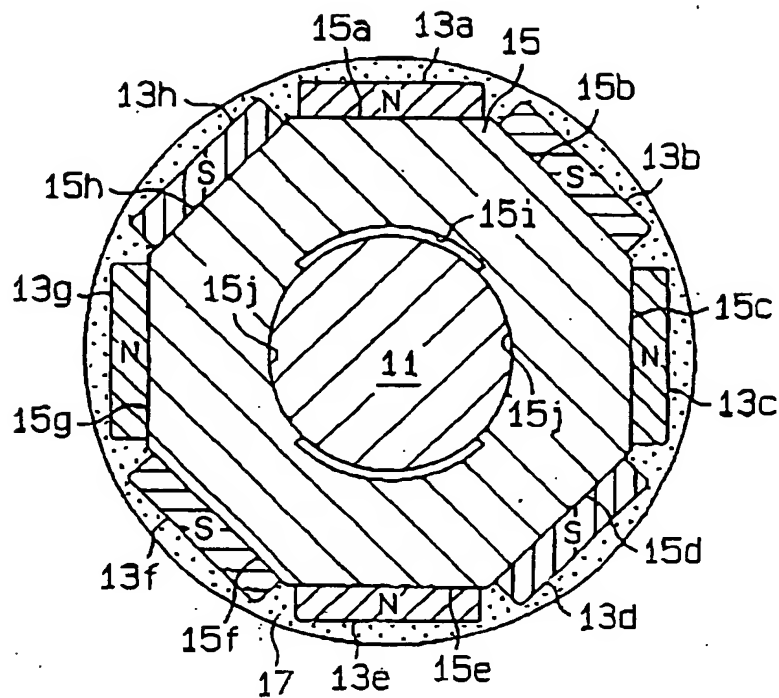
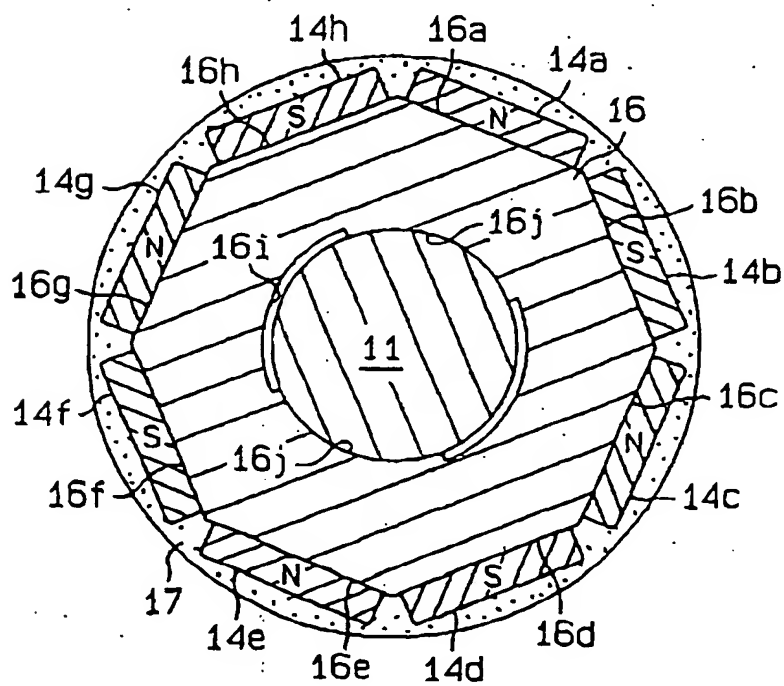
ZEICHNUNGEN SEITE 8

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:DE 100 16 002 A1  
H 02 K 1/06  
30. November 2000**Fig.12**

ZEICHNUNGEN SEITE 9

Nummer:  
Int. Cl. 7:  
Offenlegungstag:

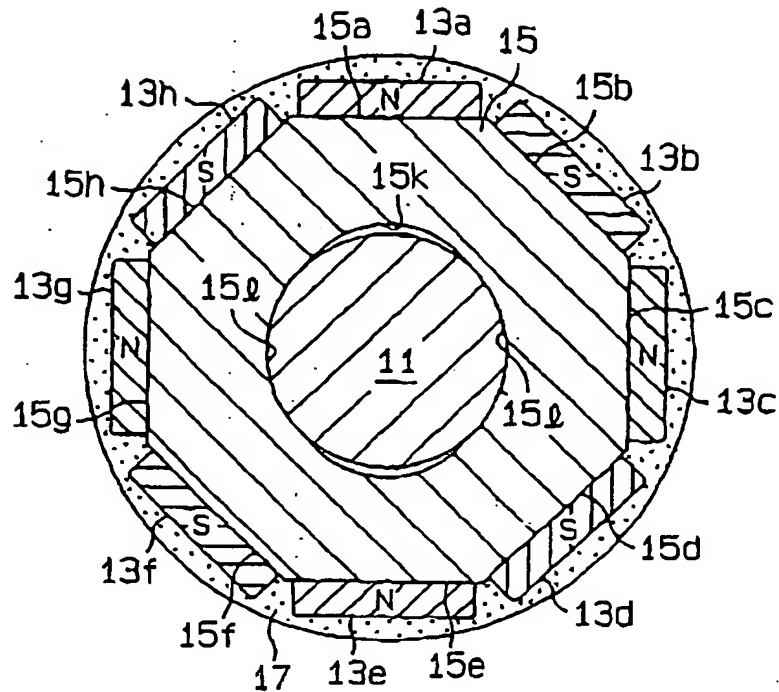
DE 100 16 002 A1  
H 02 K 1/08  
30. November 2000

**Fig.13 (A)****Fig.13 (B)**

ZEICHNUNGEN SEITE 10

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

DE 100 18 002 A1  
H 02 K 1/06  
30. November 2000

**Fig.14 (A)****Fig.14 (B)**